溫室設施之覆蓋資材的種類與特性（下）

◎農試所農工系 蔡金川、黃禮棟、湯匡時、姚銘輝

三、覆蓋資材之特性—選擇上應注意的資材特性(二)

㈠外裝資材之特性

3.有關水分、濕度的特性　關於外裝置資材的水分、濕度特性，重要的是防曇性與防霧性，都與設施內的濕度條件有密切關係。

(1)防滴性：防滴性是指資材表面附著的水分不成滴狀，而呈現薄膜並帶有流動的性質之稱，亦稱爲流滴性或無滴性。

資材面的溫度比露點溫度還低時，室內水蒸氣在表面凝結，其量是空氣與表面的絕對濕度之差成比例。

玻璃本來就附有防滴性，而且是長久持續的。硬質板或硬質薄膜則不具防滴性，但於製造過程以界面活性劑表面變化給予親水性後則有防滴性。使用初期資材間幾乎無防滴性的差異，但經年變化，則經過一段時間需要再處理。

軟質膜亦同樣，製造過程的予以處理則與硬質也有所異。軟質膜一般防滴性較差，但農用PVC則較其他爲優。

(2)防霧性：防霧性是指抑制設施內發生霧的性質，防滴性優良的資材會使水蒸氣慢慢的在資材面凝結，則霧不易發生。玻璃或初期使用的硬質板，硬質膜，幾乎不產生霧。防霧性有問題的是軟質膜。

農用PVC特殊處理實施抑制霧的發生，此防霧性農用PVC已商品化，各公司推出的產品會有差異。並且由於這種處理會發生透明化的劣化，縮短防曇性的持續期間，這些事情需加注意。

4.機械的特性：機械的特性是對於外力資材的力學特性（拉長、撕裂、彎曲、衝擊等特性，即強度），包括張開性，伸縮性及開閉性。

(1)強度：強度在力學上的意義，即某材料受到外力的作用，材料發生歪變，同時恢復到原來的狀態所產生的內力，其內力稱之爲應力。應力超過某一定值，材料會破壞，這時的應力稱爲該材料的強度。

有關覆蓋資材的強度特性，JIS規格以及「園藝用設施安全構造基準（暫定）－改訂」（日本設施園藝協會）之規定，特別是展開的強度、撕裂的載重、彎曲的破壞強度、衝擊強度、熱

作者：蔡副研究員金川
聯絡電話：04-23302301轉710

膨脹率等已有規定的值。

玻璃的全般性強度較優，但直角方向的衝擊較弱爲其缺點。爲此降雹地帶需要有防患的對策。硬質板比玻璃輕，強度較優，特別是耐衝擊亦強。只是對於長期載重（積雪載重）會加大彎曲，則必需使母屋（橫桁）間隔狹小爲其對策。

硬質膜之強度全般性較優，彎曲性較硬質板爲大。軟質膜對於積雪載重較弱，並且強度有資材間的差異。即農用PVC全般性取得平衡，特別是拉展強度優異，低溫時易撕裂爲其弱點。相對的農用EVA、農用PE低溫時不易撕裂，其他的強度比農用PVC差。

(2)展開性：表示資材展開作業的難易性謂之展開性，其性質與資材的搬運性，加工性，黏度及強度有關。

玻璃、硬質板、硬質膜等以適合各種各樣所定的重量、厚度而作的安裝用具進行施工時需要熟練作業。

軟質膜配合構造物的形狀能展開，固定施壓部材（金器、繩子等）簡單而作業亦容易。

(3)伸縮性：伸縮性是由外力（溫度、濕度，張力等）所表示產生伸縮的一種性質，以資材的伸（縮）量與原來的長度之比率（%）來表示。

玻璃這種值小而安定，硬質膜展開後具有逐漸縮小的性質。並且硬質板伸縮性值較大，特別是壓克力板的單層・複層熱膨脹都是大的，必需有特殊的安裝。

由於軟質膜的JIS規格之伸張（厚度1mm），訂定爲：農用PVC 230%以上，農用EVA 430%以上，農用PE則是250%以上，但除農用PVC之外都缺乏復原性，所以展開時要注意不可拉張過度。

(4)開閉性：表示可動式軟質膜（包括隧道）的開閉作業之容易程度,謂之開閉性。

開閉性主要是關於膜的性質是粘度。粘度是膜之重疊，或互相接觸，在高溫又含水條件下，易成爲不易分離的現象。在學術上稱爲黏塊。

軟質膜裡，農用PVC比農用EVA・農用PE粘度強，但開閉性差。

5.耐候性：覆蓋資材其物性初期值再怎麼樣優異，經年累月則急速劣化不堪使用。資材經年累月之後表現不易劣化之性質，謂之耐候性。

資材的綜合耐候性而言，其程度的大小順序爲玻璃＞硬質板＞硬質膜＞軟質膜，而硬質板裡壓克力板的耐候性特別優異，與玻璃不分上下。FRP或FRA隨著時間的經過會起黃變或白濁，而光透過率降低，最近的改良的製品劣化程度極小。並且硬質膜是因紫外線吸收劑以及塗上壓克力的有無，有不同耐用年數的製品出現。

軟質膜間的耐候性大小順序是，農用PVC＞農用EVA＞農用PE等，農用PVC因混入可塑劑有附著灰塵易受污染爲其缺點。防塵農用PVC製造工程中以壓克力系樹脂作爲外表塗膜的改良。

6.外部裝配資材特性的綜合比較：以上，有關外部裝配資材的特性，選擇上要注意的項目已解說過，並作一整理如表三所示。

㈡內部裝資材（簾資材）之特性

內部裝配資材，是溫室的內部裝配以提高保溫性或遮光等目的所使用的覆蓋資材。

主要以提高保溫性爲目標的資材，有軟質膜或纖維資材，而主要以遮光爲目標的資材有寒冷紗、網類等。

但是，有關遮光資材將另項予以討論，這裡專爲窗簾資材的特性作說明。

所需求窗簾資材的特性，由其使用目的而言，保溫性最爲重要，關於水分．濕度的特性，與使用有關連的開閉性亦不可忽視。

1.保溫性：簾資材的保溫性，因種類而有很大的差異。有關長波輻射的特性以種類別

表三、外部裝配用資材特性比較（內藤等）

種類		光學的特性			保溫性	水．濕度特性		機械的特性				耐候性
		光透過率	紫外部	擴散率		防滴性	防霧性	展開的難易	開閉性的難易	強度	伸縮性	
玻璃		○	透	小	○	有		難	—	材料以適當的設計施工可確保強度	小	◎
硬質板	FRP	○	不透	中	○	無	展開後口吹有 / 有	稍難	—		中	○
	FRA	○	透	中～大	○			稍難	—		中	○
	MMA	○	透～不透	小	○			同	—		大	◎
	PC	○	不透	小	○			同	—		大	◎
	複層板	△	透～不透	中				難	—		大	◎
硬質膜		○	透～不透	小	○			稍難	—		展開後漸漸縮小	○
軟質膜	PVC	○	透～不透	小～中	○	有 一部分（無）	無 但PVC有防霧	易	中間難～易		PVC以外無復原性、有柔軟性	△
	EVA	○	透（一部不透）	小	△	有			易			△
	PE	○	○	小	△	無～有			易			×
	PO	○	○	小	△～○	無～有			易			△

◎ 優　○ 中　△ 中下　× 劣

列如表四，由這表可看出是反射率特別高的嵌合鋁膜的保溫性最好，是可想像的。

外部裝配資材的情形，資材的保溫性所顯示的指標是熱貫流率，簾資材的情形，是溫室內部裝配時，與無簾作比較，到底減少多少的放出熱量（這稱爲熱節減量，與原來的放熱量之比，謂之熱節減率）。各種簾的熱節減率如表五所示。

表四、內部展開資材的長波輻射特性（岡田）

資　材　名	吸收率（%）	透過率（%）	反射率（%）
農用PE（0.05mm）	5	85	10
農用PVC（0.05mm）	45	45	10
不織布	90	—	10
PVA	90以上	—	10以下
含鋁粉之農用PE	65～75	—	25～35
嵌合鋁膜	15～25	—	75～85

由此可知，二層窗簾的情形，資材的選擇可達到減少65%的放熱量。簾認為是有效的省能量資材。但是，表五的值為各資材理想作用時的值，實際上熱節減率大部份比這種值要低。其理由之一是，簾多多少少有空隙，並且有水分的附著，而使節減率降低約5～10%。

2.其他的特性

(1)光透過率：簾通常是白天打開的，為使其存在溫室的透光不致於有障礙。但是，簾打開時或捲起來時仍然會產生若干的遮蔭，因此溫室全體光透過量會減少些。其減光率農用PVC、農用PE等透明資材最大達到約5%，不織布、嵌合鋁膜等不透明資材5～10%左右。

表五、簾裝置之熱節減率（岡田）

保溫方法	資　材　名	熱節減率（%）
一層簾	農用PE	30
	農用PVC	35
	不織布	25
	PVA	30
	鋁粉利用農用PE	40
	鋁粉蒸著薄膜	50
二層簾	農用PE＋農用PE	45
	鋁蒸鍍薄膜＋農用PE	65

(2)水分・濕度有關的特性：自簾的水滴落下會引起多濕性病害，則其防患不可忽視。因此有優良防滴性的需求，因軟質膜普遍防滴性低，若簾的保溫性為最優先時，則要有特殊的考量。

最近外部裝配資材，如使用保溫性高的壓克力複層板，溫室本身保溫性增強，因此簾的裝配要務應放在室內濕度環境需要的改良。在這種情況之下，需推荐使用透濕性資材，現在可舉出適用資材PVA等。

(3)開閉性：可動式簾，為提升操作性能，

則需要開閉性良好。因此要有充分的機械強度，且較少的相互黏著資材爲宜。

幾乎所有的資材會滿足這個條件，外部裝配用的農用PVC因具有黏性不適於簾使用。

並且，PVA則因有乾濕變化其伸縮性大，裝配需要留充分空間施工。

3.簾資材的特性綜合比較：由以上的說明，簾資材的特性作綜合比較列如表六。

㈢遮光資材之特性

遮光資材是具有遮蓋日照的一部或全部的機能，乃作爲抑制高溫，調節光量，日長處理等用途的覆蓋資材。其種類有寒冷紗、網之外還有不織布、PVA及著色軟質薄膜等。

遮光資材的覆蓋方式，有溫室的外部覆蓋方法與內部覆蓋方法，又與溫室無關而單獨使用時，掛在棚架、披掛、外部裝配（例如寒冷紗溫室）等方法。

表六、簾資材的特性比較（內藤等）

資　材　名	保溫性	透光性	防滴性	透濕性	開閉性
農用PE	△	○	△	×	○
農用PVC	△	○	○	×	○
不織布	△	△	－	○	○
PVA	△	△	○	○	△
含鋁粉農用PE	○	×	×	×	○
嵌合鋁粉鍍膜	◎	×	×	×	△

◎優　○中　△中劣　×劣　　註）簾專用農用PVC

遮光資材的選擇，是有必要針對用途的遮光率選擇，並且要對日照具有優良的斷熱性。又因覆蓋方式的不同，所需求的特性亦有差異，掛在棚架或是外部覆蓋，是要具有強度，通氣性、耐候性，而內部用的需有開閉性、耐候性等爲重要。

抑制高溫，光量調節，其必須的遮光率因作物而異，蔬菜爲20～50％，花卉是30～70％爲標準。又，這裡所謂斷熱性，是指來自日照的熱，此熱受遮斷之效果的大小，遮光率的影響最大，其次是光的反射特性亦會影響。通氣性與斷熱性有關連之外，其他因對資材的風壓有減弱的效果，易受風壓影響的覆蓋方式，則需要高通氣性。

各種遮光資材的各種用途，覆蓋方式之適應性以及一般特性之綜合比較的結果，例如表七。

四、結　語

筆者從事葉菜類蔬菜溫室設施栽培試驗研究多年，深感上述的耐候性之重要。通常廠商起初建造之溫室設施不論骨架構造或覆蓋資材，如光透過率、保溫、通氣及機械的強度、展開、伸縮等特性都符合標準要求，但經二、三年後，所提及之特性則急速劣化

表七、遮光資材之特性綜合比較（內藤等）

資材			用途別適應性		覆蓋方式別適應性					一般特性				
種類		色	高溫抑制	日長處理	外部	內裝	棚架	外裝	披掛	遮光率（%）	通氣	開閉	強度	耐候性
寒冷紗		白	○	×	○	○	○	△	○	18～29	○	○	◎	◎
		黑	○	×	○	○	○	△	○	35～70	○	○	◎	◎
		灰	○	×	○	○	○	△	○	66	○	○	◎	◎
		銀白	○	×	○	○	○	△	○	40～50	○	△	◎	◎
Polynet		黑	○	×	○	△	○	×	○	45～95	○	△	◎	◎
		銀白	○	×	○	△	○	×	○	40～80	○	△	◎	◎
PVA割纖維		黑	○	×	○	○	△	×	○	50～70	○	○	○	○
		銀白	○	×	○	○	△	×	○	30～50	○	○	○	○
不織布		白	○	×	○	○	△	△	○	20～50	△	◎	○	○
		黑	○	×	○	○	△	△	○	75～90	△	◎	○	○
軟質膜	PVC	黑	×	○	△	○	×	○	×	100	×	◎	○	◎
		銀白	△	○	△	○	×	○	×	100	×	◎	○	○
	PE	半透銀白	○	×	△	○	×	○	×	30～50	×	◎	○	○
		銀白	△	○	△	○	×	△	×	100	×	◎	△	×
		半透銀白	○	×	△	○	×	△	×	30	×	◎	△	×
	嵌合鋁膜	銀白	○	×	△	○	×	△	×	55～92	×	◎	○	△

◎最優　○優　△劣　×最劣

不堪使用，即耐候性之低減，此時因光透過率的降低，則太陽放射透過資材面進入溫室內的光量減少，當會影響作物的光合作用，產量則會下降，菜農的收益必然減少。為要提昇生產必須再付出一筆可觀的覆蓋資材的費用。在此呼籲製造業者能夠研發出耐候性更長久的覆蓋資材，延長溫室設施的使用期間，以減少農民的生產成本。

五、引用文獻

1.蔡金川、姚銘輝、漆匡時、梁連勝。1995。西螺地區夏季蔬菜防雨設施之現況與建議。技術服務6（2）：13-15。

2.蔡金川、姚銘輝、漆匡時、李孟穎、梁連勝。1997。改良式溫網室與傳統式塑膠布溫室設施之莧菜生產比較。農情專訊169：20-23。

3.小澤行雄、內藤文男。1993。園藝施設學入門。24-36頁。川島書店出版。

4.古在豐樹、狩野敦、藏田憲次。1992。新施設園藝學。154-156頁。朝倉書店出版。